



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Träd som temperaturreglerare i stadsmiljö

- En litteraturstudie gällande trädval för urbana miljöer

Trees as Temperature Regulators in Urban Environments

- A literature study regarding the selection of trees for urban environments

Sanne Christensen Strömgren



Självständigt arbete • 15 hp
Landskapsarkitekturprogrammet
Alnarp 2015

Träd som temperaturreglerare i stadsmiljö

Trees as Temperature Regulator in Urban Environments

Sanne Christensen Strömgren

Handledare: Mats Gyllin, SLU, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

Examinator: Allan Gunnarsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0649

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Foto av Sanne Christensen Strömgren

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: träd, urban heat island, temperatursänkning, skugga, evapotranspiration, artval

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammandrag

Värmeböljorna blir allt vanligare i Sverige vilket kommer kosta sjukvården miljardbelopp. Hur kan denna trend motverkas? Träd kanske inte är hela lösningen på problemet, men är en hjälp på vägen.

Det urbana landskapet har idag högre temperatur än omgivande landsbygd. Detta fenomen, den så kallade urbana värmeö-effekten, beror bland annat på att hårdgjorda ytor absorberar solenergi, antropogena källor utsöndrar värme, luftföroreningar fungerar som växthusgaser och bristen av nerkylande vegetation. Dessa faktorer bidrar till en ohållbar temperaturstigning.

Kandidatarbetets mål har varit att ta reda på hur träd bidrar till en temperatursänkning inne i städerna och att identifiera urvalskriterier för att välja träd ur temperatursynpunkt som samtidigt fungerar i urbana miljöer. Arbetets mål har uppnåtts genom en inläsnings- och instuderingsfas som följdes av att relevant material sammanställdes och analyserades. Två frågeställningar ställdes för att nå målet:

Hur bidrar träd till temperatursänkning i stadsmiljö?

Vilka egenskaper skall träd ha för att fungera i urbana miljöer?

Arbetets resultat visar tydligt på att träd har en central funktion i att reducera temperaturen i sin omgivning genom beskuggning och evapotranspiration, det vill säga summan av vattenavdunstning och träds transpiration. Vid val av trädart gäller det att trädets egenskaper passar de förutsättningar som varje specifik plats har och samtidigt har en tät och stor trädkrona för att ge optimal effekt på temperaturen.

Abstract

The heat waves in Sweden are becoming more common for each year, which will cost the medical care billions. How can this trend be prevented? Trees might not be the whole answer, but a help along the way.

The urban landscape today has a higher temperature than the ambient countryside. This phenomenon, the so called urban heat island, is due to surfaces that absorb the solar energy, anthropogenic sources that exude heat, air pollution that works like greenhouse gases and the lack of cooling vegetation. These factors contribute to the unsustainable rising of the temperature.

This bachelor thesis' aim has been to find out how the trees contributes to lower the temperature in the cities and the purpose has been to identify selection criteria to find trees out of a temperature aspect that at the same time can thrive in an urban environment. The thesis' aim has been attained through reading and studying, and then relevant information has been sampled and analyzed. With the purpose to reach the aim of the bachelor thesis, the following two questions were asked:

How do trees contribute to the reduction of temperature in urban environment?

Which attributes shall a tree have to be able to thrive in urban environments?

The work clearly shows that trees have an important role in reducing the temperature in its surroundings through shading and evapotranspiration, the sum of evaporation and plant transpiration. When choosing tree species it is important to consider which attributes that matches the conditions of the place and at the same time has a dense and big crown to give optimal effect on the temperature.

Förord

Kandidatarbetet *Hur träd kan sänka temperaturen i stadsmiljö* handlar om de egenskaper träd har som bidrar till att temperaturen hålls nere i dess omgivning och vad som är viktigt att tänka på vid val av trädarter. Uppsatsen som skrivs inom ämnet landskapsarkitektur och omfattar 15 högskolepoäng är det avslutande momentet på kandidaten för landskapsarkitektur vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp.

Inspirationen till kandidatarbetet ligger i att jag under hela min uppväxt fått höra om det växande problemet med stigande temperatur och att livskvalitén i städerna blir sämre med allt mindre vegetation. Miljön har därför kommit att bli en viktig fråga för mig att fördjupa mig inom, speciellt efter att jag började på landskapsarkitektutbildningen. Detta tillsammans med mitt stora intresse för växter, som är en viktig del inom ämnet landskapsarkitektur, har lett mig till att i denna uppsats inrikta mig på hur träd kan hjälpa till att reglera temperaturen i stadsmiljöer.

Jag skulle vilja tacka Sofie Johnsson för att ha hjälpt mig att komma på inriktningen till mitt arbete, Rebecca Eriksson för att ha uppmuntrat mig till att vara på skolan varje dag, Mats Gyllin för handledningen, samt Ida-Maria Lundström och Eva Strömgren för att ha tagit sig tiden att läsa igenom mitt arbete och givit bra feedback. Och ett stort tack till Jens Christensen för allt stöd som har underlättat hela mitt arbete.



Sanne Christensen Strömgren
Alnarp, 2015-05-26

Innehåll

Sammandrag	
Abstract	
Förord	
1. Inledning.....	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Mål och syfte	8
1.3 Material och metod.....	8
1.4 Avgränsningar	8
2. Litteraturstudie	9
2.1 Träds bidrag till temperatursänkning	9
2.2 Träd för urbana miljöer	13
3. Avslutande diskussion.....	18
3.1 Diskussion	18
3.2 Slutsats	21
3.3 Avslutande reflektioner	22
4. Källor.....	23
4.1 Elektroniska källor	23
4.2 Tryckta källor	24
4.3 Bildkällor.....	25
5. Bilagor	26

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Enligt förutspådda klimatförändringar kommer värmeböljor i Sverige att bli allt vanligare under sommarhalvåret¹, vilket kan komma att kosta den svenska sjukvården miljardbelopp enligt Statens offentliga utredningar från 2007². Dessa kostnader beror på att den höga solinstrålningen och värmen under varma somardagar kan upplevas påfrestande och i värsta fall utgöra en hälsorisk för småbarn, sjuka och äldre³. Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen 2007 har en tydlig ökad dödlighet observerats efter ihållande värme i två dagar. Dessutom har beräkningar för Stockholmsområdet visat att dödligheten kommer öka med drygt fem procent om det sker en höjning av medeltemperaturen med fyra grader.⁴

Det urbana landskapet består idag till stora delar av hårdgjorda ytor, i form av markytor och bebyggelse, som absorberar solstrålning, vilket i sin tur leder till stigande mark- och lufttemperaturer. På så sätt genererar staden en värmemängd som är betydligt högre än den svalare landsbygden. Detta fenomen med temperaturskillnader mellan stad och landsbygd, kallas den urbana värmeö-effekten (urban heat island effect) och mäts när skillnaden är som störst nattetid. På landsbygden sker en effektiv avkylning av marken under natten, då den långvågiga solstrålningen mot den kalla himlen leder till lägre lufttemperaturer. Avkylningen inne i staden sker däremot långsamt bland annat på grund av att omgivande byggnader begränsar utstrålningen från gator och fasader mot himlen. Den urbana värmeö-effekten resulterar oftast i en temperaturökning på 1-3°C, men kan vara betydligt större under vissa omständigheter.⁵

Det finns även andra faktorer som bidrar till den urbana värmeö-effekten förutom den värmelagrande kapaciteten hos material och de rumsliga strukturerna hos stadslandskapet, exempelvis så kallade antropogena källor⁶, källor som är skapade av människan⁷. Det innebär att byggnader värms upp eller kyls ner, att energiförbrukning i industrier och fordonstrafik genererar värme vilket sammantaget bidrar till ett varmare klimat i staden. Dessutom fungerar många av trafikens och industriernas luftföroreningar som växthusgaser som bidrar till den globala uppvärmningen. Skillnaden mellan mängden vegetation i staden och på landsbygden har också betydelse för värmeö-effekten.⁸ Akbari *et al.* menar på att i takt med att vegetationen har försvunnit har temperaturerna börjat öka och idag planteras endast ett träd för var fjärde träd som tas bort i våra städer⁹. Detta trots att träd och annan vegetation bidrar till att kyla ner sin omgivning, vilket gör växter till ett enkelt och effektivt sätt att reducera den urbana värmeö-effekten¹⁰.

¹ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 346

² Sjöman & Sjöman, 2015. Sid. 23

³ Sjöman, Sjöman & Johansson, 2015. Sid. 241

⁴ Klimat- och sårbarhetsutredningen [online], 2007. Sid. 24

⁵ Sjöman, Sjöman & Johansson, 2015. Sid. 241-245

⁶ Sjöman, Sjöman & Johansson, 2015. Sid. 246

⁷ Nationalencyklopedin [online], 2015-05-21

⁸ Sjöman, Sjöman & Johansson, 2015. Sid. 246

⁹ Akbari *et al.* [online], 1992. Sid. 2

¹⁰ EPA. *Trees and Vegetation* [online], 2015-04-28

De senaste åren har den urbana värmeö-effekten fått allt mer uppmärksamhet, då den anses bidra till en ohållbar utveckling, framför allt i städer på sydligare breddgrader där byggnader och fordon behöver kylas ner med luftkonditionering. Det bidrar till en ökad energi-användning som i sin tur gör att den globala uppvärmningen accelererar. Den urbana befolkningen kommer dessutom att växa och således kommer problemet också att öka. Redan idag bor över hälften av världens befolkning i städer. Även i kallare klimat kommer det i framtiden bli angeläget med beskuggning och avkylning på grund av den globala uppvärmningen.¹¹ Klimatförändringarna kommer att påverka Sverige kraftigt, därför bör anpassningarna till klimatförändringarna påbörjas redan idag konstaterar Klimat- och sårbarhetsutredningen¹².

Stadsplanerare behöver arbeta med att få ner temperaturen i de allt varmare urbana miljöerna. Ett verktyg för detta är att få in mer vegetation bland annat genom att välja träd som både klarar av de extrema förhållandena i staden och som även har temperatursänkande egenskaper.

1.2 Mål och syfte

Syftet med kandidatarbetet är att ta reda på hur träd bidrar till en sänkt temperatur inne i städerna och vilka som är de temperatursänkande egenskaperna. Målet är att identifiera urvalskriterier för att kunna välja träd ur temperatursynpunkt som samtidigt fungerar i en stadsmiljö.

För att nå målet med arbetet ställs följande två frågor:
Hur bidrar träd till temperatursänkning i stadsmiljö?
Vilka egenskaper skall träd ha för att fungera i urbana miljöer?

1.3 Material och metod

Källmaterialet har bestått av litteratur, såsom faktaböcker, Internetkällor samt akademiska avhandlingar. Materialet hittades genom att använda sökord som "urban heat island" och "evapotranspiration" i sökdatabaserna Google, Primo och Epsilon. Källmaterialet hittades även genom att följa upp referenser i det redan använda källmaterialet och andra uppsatser. För att nå målet med kandidatarbetet inleddes kursen med en inläsning- och instuderingsfas, där ett urval av relevant information gjordes som sedan sammanställdes. För att bearbeta det insamlade materialet har sammanställd information och resultat analyserats. Baserat på detta formulerades ett antal urvalskriterier för träd som fungerar i stadsmiljö och som har signifikanta temperatursänkande egenskaper.

1.4 Avgränsningar

Kandidatarbetet är avgränsat till att endast undersöka träds temperatursänkande egenskaper. Övriga ekosystemfördelar som träd kan bidra med kommer inte att beröras i detta arbete. Det är även avgränsat till vilka egenskaper ett träd ska ha för att fungera i de urbana miljöerna.

¹¹ Sjöman, Sjöman & Johansson, 2015. Sid. 246

¹² Klimat- och sårbarhetsutredningen [online], 2015-05-07.

2. Litteraturstudie

2.1 Träds bidrag till temperatursänkning

2.1.1 Beskuggning

Träd bidrar till att kyla ner stadsmiljöer främst genom beskuggning, då löv- och grenverk hindrar en del av solstrålningen att nå underliggande ytor. Mellan 10 och 30 procent av solstrålningen når under sommartid ytorna under trädens löv- och grenverk. Resterande solenergi absorberas av lövverket för att användas till fotosyntes eller reflekteras tillbaka ut i atmosfären.¹³ Hur effektivt trädkronan skyddar mot solstrålning varierar från art till art. Trädet ska ge en tät beskuggning och ha en stor trädkrona för bästa effekt, egenskaper som bland annat hästkastanj (*Aesculus hippocastanum*), bok (*Fagus sylvatica*), avenbok (*Carpinus betulus*) och lind (*Tilia* spp., se figur 1) har.¹⁴ Se bilaga 1 för en uppskattning av tätheten hos olika lövträds krona.

Enligt Akbari *et al.* reduceras inomhus-temperaturen på tre olika sätt av beskuggningen från träd:

- Beskuggning av fönster förhindrar den direkta solenergin från att komma in i huset.
- Beskuggning av väggar, fönster och tak förhindrar dem från att bli uppvärmda och på så sätt reducera mängden värmen som når insidan av byggnaden.
- Skuggan från träd håller marken runt byggnaden kyld, vilket kan fungera som en ”kylfläns” åt huset.¹⁵

Wong *et al.* tar upp att det finns amerikansk forskning som visar på att det mest effektiva sättet att kyla ner en byggnad på är att plantera träd i väst, framför allt om träden beskuggar delar av byggnadens tak och fönster. Men även beskuggning av östsidan av en byggnad leder till minskat behov av luftkonditionering. Träd som planteras i söderläge ger oftast endast lite skydd mot solstrålningen under sommaren då solen står som högst, medan den under vinter-



Figur 1. Stora täta trädkronor ger bästa skuggeffekt, som hos silverlindor (*Tilia tomentosa*).

¹³ Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 2

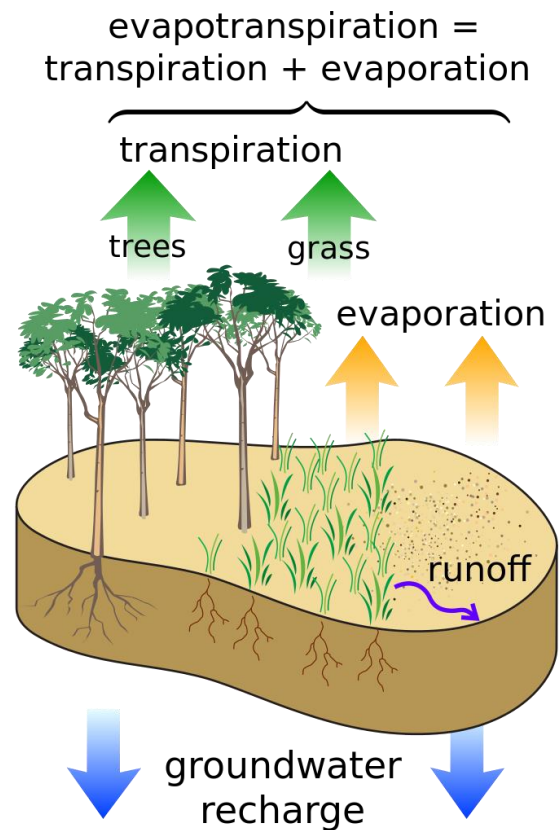
¹⁴ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 346

¹⁵ Akbari *et al.* [online], 1992. Sid. 28

halvåret kan blockera användbar solenergi,¹⁶ då solens låga vinkel skapar långa skuggor på Sveriges breddgrad. Träd bör därför ha rätt placering och en gles trädskrona på vintern för att kunna släppa igenom en del av solstrålningen och därigenom ha en positiv inverkan på värmehushållningen. Samtidigt kan en tät trädskrona skydda mot kylande vindar.¹⁷

2.1.2 Evapotranspiration

Träd bidrar till en temperatursänkning även genom evapotranspiration, vilket är den samlade processen av evaporation och transpiration. Evaporation, även kallat avdunstning, innebär att vatten omvandlas från flytande till gasform. Transpiration är processen när vatten absorberas genom växtrötter och sedan avges som vattenånga från löven (se figur 2).¹⁸ Processen evapotranspiration minskar temperaturökningen i trädets omgivning. Detta beror på att vid avdunstning av vatten tas värmen upp från omgivningen för att det skall bli vattenånga. Denna process kan ha en signifikant påverkan på lufttemperaturen, då träd kan transpirera upp till cirka 400 liter vatten per dag. På en varm och torr plats kan kylningseffekten jämföras med effekten från fem vanliga luftkonditioneringsapparater som är igång under 20 timmar. Evapotranspiration är emellertid inte en effektiv kylningsprocess i klimat med hög luftfuktighet.¹⁹



Figur 2. En illustration av processen evapotranspiration.

2.1.3 Annan vegetation

Träd är den mest effektiva vegetationstypen för att reducera temperaturerna i de urbana miljöerna²⁰, men det är inte det enda växtalternativet som kan hålla nere temperaturerna. Till exempel klättrväxter kan vara en annan lösning. Speciellt på platser med lite utrymme kan detta vara ett bättre alternativ. Klättrväxten bidrar med evapotranspiration och skyddar väggen som den växer upp på, vilket sänker fasadens temperatur och ger en lägre inomhus-temperatur.²¹

¹⁶ Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 3-4

¹⁷ Sjöman & Sjöman, 2015. Sid. 24-25

¹⁸ Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 3

¹⁹ Akbari *et al.* [online], 1992. Sid. 32

²⁰ Tyrväinen, *et al.* 2005. Sid. 94

²¹ Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 3-4

I *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies – Trees and Vegetation* tas det upp exempel på temperaturskillnaden mellan områden med och områden utan vegetation vilket visar att det inte endast är beskuggningen som har betydelse för att hålla nere temperaturerna:

- Högsta lufttemperaturen i trädgångar är 5°C kallare än över öppen terräng.
- Lufttemperaturen över bevattnade åkrar är 3°C kallare än över barmark.
- Förorter med fullvuxna träd är 2-3°C svalare än nya förorter utan träd.
- Temperaturen över grästäckta idrottsplaner är 1-2°C svalare än över angränsande områden.²²

2.1.4 Effekter av temperaturreducering i stadsmiljö

Wong *et al.* hävdar att det är viktigt att ha i åtanke att träd växer långsamt, vilket gör att det kan ta upp till fem år innan träd har någon temperatursänkande effekt. Det är först efter ungefär 15 år som ett träd vanligtvis har mognat tillräckligt för att kunna tillhandahålla alla potentiella fördelar. Även omfattningen av fördelarna varierar beroende på plats och trädart, men fördelarna uppväger nästan alltid kostnaderna av plantering och underhåll av träden.²³ Förbättrad livskvalitet och minskat behov av luftkonditionering är några av de direkta effekterna av välplacerade fullvuxna träd i urbana miljöer²⁴. Den minskade användning av luftkonditionering innebär i sin tur mindre luftförorening och utsläpp av växthusgaser, som i sin tur leder till bland annat förbättrad luftkvalitet²⁵. När det kommer till stora parker är det inte bara i själva parkområdet som temperaturerna blir lägre under sommaren, utan även i övergångszonerna utanför området sänks temperaturen något. Detta sker dock endast inom ett avstånd på 200-400 meter ut i den omgivande bebyggelsen, och främst under varma sommar dagar med svag vind då värmeö-effekten är som starkast.²⁶ Enligt Akbari *et al.* finns det forskning som visar på att den luftandel som lämnar trädplantering förblir låg inom en radie upp till fem gånger trädets höjd²⁷.

I USA har flera studier och forskningsarbeten kring trädets påverkan på den urbana värmeö-effekten utförts då behovet varit större av att hålla nere temperaturerna i amerikanska stadsmiljöerna än i vårt svala nordliga klimat, och därför tas det här upp ett antal studier från USA. I *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies – Trees and Vegetation* redovisas exempel på olika forskningsprojekt som har genomförts i USA för att ta reda på hur mycket energi som kan sparas vid användning av träd. I en studie gjord av Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) och Sacramento Municipal Utility District (SMUD) sparades 7-47 procent av energin till luftkonditioneringen när de placerade olika träd runt hus för att skugga fönster, framför allt när de var planterade i väst eller sydvästlig riktning. USDA Forest Service har undersökt hur mycket det gav att plantera tre träd inom tre meter från hus i Sacramento, Kalifornien. En procent per träd sparades årligen av energin till

²² Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 3

²³ Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 11

²⁴ Trowbridge & Bassuk, 2004. Sid. 106

²⁵ EPA. *Trees and Vegetation* [online], 2015-04-28

²⁶ Tyrväinen, *et al.* 2005. Sid. 94

²⁷ Akbari *et al.* [online], 1992. Sid. 32

luftkonditioneringen och av energin som går till uppvärmning av hus sparades två procent av den årliga användningen per träd. De positiva effekterna som vindskydd ger överväger de negativa effekterna av beskuggning vintertid, och den sammanlagda effekten på inomhus-temperaturen blir därför positiv. En annan studie utförd av LBNL simulerade effekterna av att plantera ett träd väster om och ett träd söder om hus i olika delar av USA. Modellen antog att om huset var täckt med 20 procent av trädkronorna skulle det årligen sparas 8-18 procent av energin som går till luftkonditionering och 2-8 procent av energin som går till uppvärmning. Även om denna modell prövar effekterna med att plantera träd söder om en byggnad så föreslås det generellt att träd ska planteras i väst eller öst, för att undvika att blockera användbar solvärme på vintern.²⁸

Enligt en studie gjord av National Academy of Sciences kan plantering av träd samt att göra våra urbana ytor ljusare spara 50 miljarder kilowatt timmar eller 25 procent av 200 miljarder kilowatt timmar som används årligen i USA för att hålla nere inomhustemperaturen²⁹.

²⁸ Wong *et al.* [online], 2013. Sid. 5

²⁹ Akabari, [online], 1992. Sid. XVII-XVIII

2.2 Träd för urbana miljöer

2.2.1 Trädval

Vid val av trädart för att hålla nere temperaturen är det inte endast storleken av trädkronan och hur tät beskuggningen är som har betydelse. För att trädet ska kunna utveckla dessa önskade egenskaper behöver arten även vara anpassad för platsen³⁰. Det är många faktorer som måste övervägas vid val och placering av träd i urbana miljöer, vilket gör det till en komplex uppgift. Problem som skymd sikt för trafikanter, rumsliga begränsningar, samt sjukdomar och insektsangrepp kan ibland komma i konflikt med designaspekterna. Största problemet kanske uppkommer vid valet av visuell enhetlighet och behovet av biologisk mångfald. Innan valet av vilken sorts trädart som önskas, bör dock en grundlig undersökning av platsen göras för att få ett underlag till artvalet.³¹

Henrik Sjöman och Johan Slagstedt tar upp ett förslag på en urvalsprocess vid val av trädarter där biologiska och växttekniska aspekter prioriteras framför de estetiska kvaliteterna som vanligtvis får hög prioritet. Deras förslag på urvalsprocess är till att börja med att ta hänsyn till hårdighet och friskhet, succession, tolerans för växtplatsen, funktion och kulturhistoriska värden, skötsel, växtsätt, och till sist de sociala och estetiska kvaliteterna. Hårdighet och friskhet innebär att använda växtmaterial som är lämpligt för det geografiska området och klimatet.³² Succession förklarar Sjöman och Slagstedt som "[...] förändringen av artfördelningen ur ett tredimensionellt perspektiv på en plats över tid.", till exempel en vegetationsresa från övergiven åker till mogen skog. Succession inkluderas sällan i dagens urvalsprocess av trädarter i städer, de flesta behandlas likartat istället, vilket inte passar alla arter. I tolerans för växtplatsen ingår det att ta reda på vilka strategier arten har för att hantera olika situationer eller växtförhållanden. Funktion, vad trädet ska "leverera", kan vara efterfrågan på ett speciellt uttryck eller att sänka temperaturen.³³ De kulturhistoriska värdena är svåra att rangordna och uppstår när platsen har en historia som bör tas hänsyn till³⁴. Att ha i åtanke vilka skötselinsatser som trädvalet medför är viktigt då dålig etablering och utveckling kan minimeras samt onödiga skötselinsatser kan undvikas. Önskat växtsätt har betydelse vid valet av träd, dels för att kunna passa in på platsen, dels för att förutse och minska behovet av beskärningsinsatser. Estetiska och sociala kvaliteter innefattar aspekter som skönhetsattribut och olika säsongskvaliteter, leverera frukt, användas som klätterträd, etc.³⁵ Förutom dessa kvaliteter nämner Sjöman och Slagstedt att sociala och ekonomiska aspekter också bör innefattas vid valet av art. Det sociala perspektivet omfattar bland annat den allergiska påverkan som växtmaterialet kan ha, medan det ekonomiska perspektivet innefattar inköps- och etableringskostnader.³⁶

Det är viktigt att träden är friska och kraftfulla för att de ska kunna utvecklas och bidra med den önskade funktionen. Det är därför viktigt att välja rätt trädart för att få ett bra resultat,

³⁰ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 342

³¹ Trowbridge & Bassuk, 2004. Sid. 118-122

³² Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 333-334

³³ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 340 -343

³⁴ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 333

³⁵ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 350-357

³⁶ Sjöman & Slagstedt, 2015. Sid. 333

men samtidigt inte använda för få olika arter då problem kommer uppstå förr eller senare.³⁷ Exempel på detta är almsjukan som drabbar almarna (*Ulmus* spp.) i Europa och Nordamerika vilket har tvingat förvaltningar att ta ner otaliga träd. Almsjukan är den sjukdom som främst har påverkat synen på artdiversitet.³⁸ Santamour ger förslag på riktlinjer för att skapa mångfald bland träd och på så sätt skydda mot problem som storskaliga insektsattacker eller sjukdomar. Han menar på att det inte borde planteras mer än 10% av samma art, 20% av samma släkte och 30% av samma familj inom samma område.³⁹ Det är därför lämpligt att ta hänsyn till fördelningen av arter i beståndet runt platsen som ska planteras. Ett annat problem med att uteslutande ha en art inom ett område, är att miljön och problemen för varje plats kan skilja sig dramatiskt åt inom samma område och gör det därför oftast svårt att endast ha en trädart.⁴⁰

Träd som är väl anpassade till platsen lider generellt av färre skadedjursproblem och kan återhämta sig snabbare efter ett angrepp. Det är främst bristen på vatten som kan leda till ett insektsangrepp vilket kan ge enorma skador på träden. Trowbridge och Bassuk menar på att den viktigaste aspekten för lyckad etablering av träd är artens anpassningsförmåga till platsen och inte dess geografiska ursprung. Det är även viktigt att ta hänsyn till aspekterna utrymme och hårdighet, sol/skugga, markfuktighet, markens pH, vägsalt, skadedjur och sjukdomar, förmågan att bli omplanterad, kostnader och tillgänglighet hos plantskolorna, samt underhållsaspekter. Förutom detta är det också viktigt att balansera designaspekterna mot behovet av biologisk mångfald bland träden i den urbana miljön.⁴¹

I *Urban Forests and Trees* betonas tre huvudsakliga aspekter vid artval, vilka är anpassningsförmågan till platsens miljöförhållanden, trädets funktion, samt kostnaden av förökning, produktion, etablering och skötsel⁴². I *Reducing Urban Heat Islands* tas det upp några aspekter att ta hänsyn vid val av träd: att välja rätt art, vegetationens tänkta höjd och utbredning, rötternas storlek och växtsätt, vilken typ av löv och blommor och frukt som den producerar, samt vad arten har för krav på sol, mark, vatten och temperatur.⁴³

Vilken trädart som passar bäst i det urbana landskapet och som samtidigt ger en optimal temperatursänkning varierar från plats till plats, då stadslandskap kan ha en stor variation av olika miljöer. Det geografiska läget och stadens omgivning påverkar dess klimat på grund av olika faktorer som topografisk variation och altitud. Även årsnederbörden och dess fördelning över året, solintensitet och antalet soltimmar, medeltemperatur, vindhastighet samt luftfuktighet har betydelse för stadsklimatet.⁴⁴

2.2.2 Hårdgjord stadsmiljö

Hårdgjorda stadsmiljöer har väldigt utmanande förhållanden eftersom de har en växtmiljö som är varm och periodvis torr med begränsade jordvolymmer. Bristen på vatten gör att den tillgängliga näringen i jorden blir svår att ta upp, vilket i sin tur leder till att tillväxten blir

³⁷ Sæbø, et al. 2005. Sid. 268

³⁸ Östberg, et al. 2015. Sid. 504

³⁹ Santamour, [online], 1990.

⁴⁰ Trowbridge & Bassuk, 2004. Sid. 120-122

⁴¹ Trowbridge & Bassuk, 2004. Sid. 112-119

⁴² Sæbø, et al. 2005. Sid. 257

⁴³ Wong et al. [online], 2013. Sid. 14

⁴⁴ Sjöman, Sjöman & Johansson, 2015. Sid. 237

mycket långsam. Förhållandena i skugga är däremot något bättre då det är en lägre evatranspiration än i full sol, vilket leder till att den totala vattenförlusten blir mindre och chansen för träd att tillgodogöra sig den tillgängliga näringen ökar.⁴⁵ Trots de utmanande förhållandena finns det träd som klarar av dessa miljöer, då den hårdgjorda stadsmiljön kan representeras i naturen av varma berghällar med begränsade jordvolymmer. Här passar arter som bergesk (*Quercus petraea*, se figur 3), körsbärskornell (*Cornus mas*), kinesträd (*Koelreuteria paniculata*) och mannaask (*Fraxinus ornus*). Dessa arter är lämpliga i hårdgjord stadsmiljö då de förekommer i likartade miljöer naturligt, vilket gör att de har utvecklat egenskaper och strategier för att kunna hantera dessa förhållanden.⁴⁶



Figur 3. Bergesk (*Quercus petraea*) kan klara av de utmanande förhållandena som hårdgjord stadsmiljö har.

På en solbelyst hårdgjord yta där planteringen är förbättrad med en generös skelettjord får träden bättre tillgång till syre och rötterna får en relativ stor rotvolym att hitta vatten och näring i, men har fortfarande stora svårigheter med höga temperaturer och torka genom en hög transpiration och ogynnsamma växtförhållanden. Denna miljö kan liknas vid en naturlig rasbrant och i sådan miljö växer många arter som här får en god och lång utveckling, även om förhållanden inte är optimala. I dessa miljöer passar främst pionjärarter som naverlönn (*Acer campestre*), italiensk al (*Alnus cordata*), ginkgo (*Ginkgo biloba*, se figur 4), bergkörsbär (*Prunus sargentii*), turkisk ek (*Quercus cerris*), ungersk ek (*Quercus frainetto*), oxel (*Sorbus intermedia*), och alm (*Ulmus pumila*). Om den hårdgjorda ytan med skelettjord ligger i skuggan delar av dagen från till exempel intilliggande husfasader, kan det användas sekundärarter som avenbok (*Carpinus betulus*), humlebok (*Ostrya* spp.), silverlind (*Tilia tomentosa*) och

⁴⁵ Sjöman, et al. 2015. Sid. 79

⁴⁶ Sjöman, et al. 2015. Sid. 78

alm (*Ulmus* spp.). Dessa träd kan hantera både markförhållandena och den begränsade ljuskvaliteten.⁴⁷

De hårdgjorda miljöerna har även andra faktorer som är viktiga att ta hänsyn till då dessa utsätter träden för höga stressnivåer och därmed förkortar trädets livslängd. Bland dessa stressfaktorer inkluderas olika föroreningar, mekaniska skador, höga och låga omgivande temperaturer, vägsalt, begränsat utrymme för kronan att utvecklas på, små volymer för trädrötterna, låg kvalitet på odlingssubstratet, samt otillräckligt med vatten och syre till rötterna. Träden kan även bli negativt påverkade av beskuggning från höghus, lokala vindbyar och skador från förbipasserande trafikanter.⁴⁸

Andra krav som ofta finns i relation till de hårdgjorda urbana miljöerna men som inte har med själva miljön i sig att göra, är kravet på att träden ska ge ett enhetligt intryck, ha en specifik form och god tillväxthastighet. Det kan även vara ett krav att träden skall tåla beskärning och annan nödvändig skötsel, och dessutom bör träd med mycket frukt och allergiframkallande pollen undvikas.⁴⁹



Figur 4. Ginkgo (*Ginkgo biloba*) i hårdgjord stadsmiljö i Berlin, Tyskland.

⁴⁷ Sjöman, *et al.* 2015. Sid. 78

⁴⁸ Sæbø, *et al.* 2005. Sid. 257

⁴⁹ Sæbø, *et al.* 2005. Sid. 274

2.2.3 Parkmiljö

Unga parkmiljöer ger träd nästan obegränsat med resurser, som fullt solljus samt god tillgång på vatten och näring. Men samtidigt är detta en ytterst utsatt plats med stora temperaturskillnader mellan dag och natt, omfattande ogräskonkurrens och starka uttorkande vindar. För att få en enklare och snabbare etablering är det lämpligt att plantera pionjärarter som kan hantera dessa förhållanden naturligt, såsom silverlön (Acer saccharinum), al (Alnus spp.), vårtbjörk (Betula pendula), poppel (Populus spp.) och pilträd (Salix spp.). I befintliga parkmiljöer är



Figur 5. Fullvuxen tysklön (Acer pseudoplatanus) i parkmiljö.

det främst begränsningen av solenergi som minskar urvalet av trädarter. Här är det främst sekundärarter som kan hantera de skuggiga förhållandena. Det kan vara arter som tysklön (Acer pseudoplatanus, se figur 5) och skogslind (Tilia cordata).⁵⁰

Till skillnad från träd i hårdgjorda miljöer, önskas här ofta en större variation men det är ändå viktigt att känna till trädets tillväxthastighet, form och livslängd. Beroende på vilket uttryck och funktion träden ska ha, kan det ställas olika krav på storlek och kronstruktur.⁵¹ Träd i parkmiljöer utsätts inte för lika mycket stress som träd i hårdgjorda miljöer och får därför generellt ett längre liv. Men även här utsätts träden för negativa faktorer som föroreningar och skador orsakade av djur och människor.⁵²

⁵⁰ Sjöman, et al. 2015. Sid. 78-80

⁵¹ Sæbø, et al. 2005. Sid. 274

⁵² Sæbø, et al. 2005. Sid. 257

3. Avslutande diskussion

3.1 Diskussion

3.1.1 Träds bidrag till temperatursänkning

Litteraturstudierna har visat att träd har en temperatursänkande effekt främst på grund av två faktorer. Den ena faktorn har att göra med evapotranspiration, det vill säga mängden vatten som avdunstar från trädet. Enligt Wong *et al.* bidrar detta till en temperaturreducering genom att det tas upp värme från omgivningen till processen. Jag menar att det avgörande för hur mycket ett träd evapotranspirerar inte är vilken art det handlar om, utan om storleken på trädet. Det har varit svårt att hitta relevanta studier kring evapotranspiration, vilket kan bero på att det är svårt att mäta evapotranspirationens temperaturreducering lokalt.

Den andra faktorn som bidrar till temperaturreducering är beskuggningen från träd, där främst trädkronans storlek har betydelse, men även hur tät trädkronan är. Wong *et al.* menar att beskuggningen bidrar genom att en del av solstrålningen hindras från att nå underliggande ytor, då solenergin antingen absorberas av lövverket eller reflekteras tillbaka ut i atmosfären. Att färre hårdgjorda ytor exponeras för solen gör också att det blir mindre värme som kan absorberas och på så sätt värma upp sin omgivning. Om beskuggningen fanns det fler informationskällor att använda sig av än kring evapotranspirationen, till exempel bilaga 1 som tar upp några träds bladmassa under sommaren. Detta kan bero på att beskuggningens betydelse som lokal temperaturreducering är lättare att forska om. Dessutom anser jag också att det är viktigt att främst betona skuggeffekten då detta har en direkt påverkan, medan evapotranspirationen påverkar temperaturen indirekt och är därför svår att uppleva.

Att träd har en större inverkan på temperaturen jämfört med annan vegetation anser jag primärt bero på att träd ger bättre skuggeffekt genom att trädet kommer högre upp och på så sätt skuggar ett större område eller en större del av ett hus, samt att avdunstningen är högre då det är större bladyta hos träd än hos andra växtkategorier. Men som Wong *et al.* påpekar så ger även annan vegetation effekt på temperaturen.

En aspekt att ha i åtanke vid planering för att använda träd som temperatursänkande element, är tidsaspekten eftersom det kan dröja flera år innan trädet ger någon påtaglig effekt, speciellt vid plantering av små individer i mer utsatta miljöer. Därför är det extra viktigt att redan idag plantera för vår framtid och på så sätt motverka en del av problemen med värmeböljor. Med dagens globala värmestrend och människans ökande medvetenhet om miljöproblemen, borde det bli självklart att arbeta för att plantera fler träd men också att planera stadsrummen för att kunna plantera träd. Men även att se över befintliga områden och hur träd (eller annan vegetation) kan komma in i existerande stadsrum.

Enligt Wong *et al.* har analyser i USA visat på att placeringen av träd i förhållande till byggnader också är en viktig faktor framförallt när det handlar om att kyla ner byggnader. Det är en väst- eller sydvästlig placering i relation till det objekt som skall skuggas som träd ger mest kylningseffekt. En annan sak att ha i åtanke vid planeringen är höjden på byggnaderna. Ju högre hus ju mindre del blir beskuggade och på så sätt ger träden mindre temperatursänkande effekt. Därför bör det inte planeras för byggnader som är mycket högre än vad träden kan ge skugga för, vilket är en utmaning främst för områden med planer för förtätning.

3.1.2 Träd för urbana miljöer

Vid val av trädart är det inte endast önskan om en stor tät krona som har betydelse. Det viktigaste är att trädet trivs och passar in på den tänkta platsen för att kunna överleva och utveckla de önskade egenskaperna. Det är dock svårt att definiera specifika egenskaper hos träd som är önskvärda som samtidigt är generellt giltiga för optimal funktion i den urbana miljön, då varje plats har sina specifika förutsättningar. Flera författare, bland annat Sjöman & Slagstedt, Trowbridge & Bassuk, och Sæbø, *et al.* har därför försökt lista olika kriterier som kan ge en riktlinje till val av trädart. Gemensamt är att det finns många viktiga aspekter att ta hänsyn till men att de biologiska och växttekniska aspekterna är de viktigaste. Kriterier som jag tycker är viktiga att följa är: härdighet och friskhet, succession, mångfald, funktion, skötsel, växtsätt. Härdighet och friskhet är grunden till att träd ska kunna utvecklas och bli långlivade, och det som avses är att arten ska tåla markförutsättningarna, temperaturen, sol/skugga och så anser jag att det även ingår tolerans för växtplatsen här. Succession är viktig då den också har med hur bra trädet passar in i den tänkta miljön. Mångfald dels för att det är viktigt med biologisk mångfald, dels för att drabbas så lite som möjligt av problem som sjukdomar. Funktion har betydelse då träden oftast väljs för att fylla en funktion, till exempel att sänka temperaturen. Under denna punkt skulle sociala och estetiska kvaliteter kunna ingå, då det kan vara en funktion att till exempel upplevas som vacker eller att ge frukt. Skötselkrav är en viktig aspekt, då det kan göra att onödig skötsel kan undvikas. Växtsättet har betydelse för att trädet ska kunna passa in på platsen och minimera beskärningsinsatserna.

Staden kan grovt delas in i hårdgjord stadsmiljö och parkmiljö, som i sin tur kan delas in i soligt eller delvis skuggigt. Dessutom kan den hårdgjorda stadsmiljön delas in i vanlig planteringsbädd och skelettjord. Alla dessa har olika förutsättningar och kräver därför olika sorters träd. Även om det går att grovt dela in staden i olika miljöer, kommer det att inom dessa också finnas olika problem och förutsättningar, till exempel hur stort utrymme det finns för trädets krona att kunna utvecklas på.

Den hårdgjorda stadsmiljön ställer högst krav på ett klokt trädval enligt Sjöman, *et al.*, då detta är en utsatt plats med utmanande förhållanden som torka, begränsande jordvolym, vägsalt och föroreningar. På dessa soliga och utsatta platser kan till exempel bergek (*Quercus petraea*) passa som dessutom har en trädkrona med mediumtät bladmassa som kan ge skugga i sommarhettan. Genom att förbättra växtbädden med skelettjord, finns det ett större utbud av träd att välja på då de får mer tillgång på syre och mer utrymme för rötterna. Här kan träd som naverlön (*Acer campestre*) och italiensk al (*Alnus cordata*) fungera, dessa har också en mediumtät bladmassa. Men om ytan är något beskuggad kan avenbok (*Carpinus betulus*), som dessutom har en tät bladmassa, trivas.

Sjöman, *et al.* menar att i de unga parkmiljöerna är det någorlunda gynnsamma förhållanden vilket ger fler arter att välja mellan jämfört med hårdgjord stadsmiljö. Det som gör dessa platser gynnsamma är all tillgång på solljus, vatten och näring, men de är samtidigt utsatta för uttorkande vindar och ogräskonkurrens. Här kan träd som klibbal (*Alnus glutinosa*) och silverpoppel (*Populus alba* 'Nivea') passa och ge en mediumtät skugga. I äldre parkmiljöer är det däremot skuggan som kan begränsa urvalet. Här passar träd som tysklönn (*Acer pseudoplatnus*) och skogslind (*Tilia cordata*) som båda ger en tät skugga.

3.2 Slutsats

Träd bidrar till temperatursänkning i stadsmiljö genom beskuggning och evapotranspiration. Detta arbete visar tydligt att träd har en central funktion i att lokalt kunna reducera temperaturen. Dessutom är trädplantering ett relativt billigt sätt att hålla nere temperaturen, som ger många andra kvaliteter. Detta kräver dock en långsiktig planering för att det ska fungera och kunna ge alla fördelar som träd kan ge. Planeringen gäller både placering av träd för att ge optimal beskuggning av en plats eller byggnad, men också för att träd ska trivas och kunna utvecklas.

När det gäller vilka egenskaper träd skall ha för att fungera i urbana miljöer är det svårt att fastställa vilka generella egenskaper som lämpar sig eftersom varje plats har sina förutsättningar. Att trädvalet styrs av växtplatsen är en viktig förutsättning för att de önskade egenskaperna ska kunna utvecklas fullt ut, såsom en tät och stor trädkrona.

3.3 Avslutande reflektioner

Detta arbete har handlat om hur träd bidrar till att sänka temperaturen i stadsmiljö och vilka kriterier träd ska ha för att fungera i urbana miljöer. Frågeställningarna, ”Hur bidrar träd till temperatursänkning i stadsmiljö?” och ”Vilka egenskaper skall träd ha för att fungera i urbana miljöer?” fick både förväntade svar men också oväntade svar. Innan jag fördjupade mig inom frågorna hade jag viss förkunskap om ämnet, till exempel så visste jag att skugga hade en viss kylningseffekt, men jag fick en aha-upplevelse när jag läste om att evapotranspiration också bidrog till att reducera temperaturen. Detta hände även när jag fick djupare förståelse för hur pass mycket träd kan påverka sin omgivning när det kommer till att sänka temperaturen och på så sätt har jag fått en ännu djupare förståelse för hur viktiga träd är för miljön.

Metoden under arbetet var att samla in material genom att sammanställa och analysera information som hittades genom att söka i olika databaser. Själva sökandet och sammanställandet hade jag gärna lagt mer tid på för att kunna fördjupa mig ytterligare inom ämnet och få fram fler källor inom området och på så sätt få en trovärdigare bakgrund. Jag vill även få en bredare förståelse för hur kopplingen träd och temperatursänkning i stadsmiljö fungerar och hänger ihop.

Under arbetets gång har nya funderingar och frågor kommit upp. Det hade bland annat varit intressant att undersöka vidare om olika sorters träd har olika mycket evapotranspiration. Kan mängden blad påverka evapotranspirationen till exempel? En annan fråga som kommit upp är: Vilka trädarter får en tät trädkrona? Är det främst sekundärarter? Något jag har funderat mycket på sedan jag började landskapsarkitekturutbildningen är hur anmärkningsvärt lite grönska det finns i urbana miljöer och detta trots kunskapen om hur viktigt det är med vegetation. Vad beror detta på? Hur kan detta komma in i stadsplaneringen i större utsträckning?

Resultatet av kandidatarbetet borde motivera att plantera fler träd, i synnerhet i urbana miljöer, för att sänka temperaturen och bidra till en bättre miljö. Med tanke på den tid det tar för träd att växa till sig och bidra med alla dess positiva egenskaper, är det ett arbete som borde påbörjas omgående.

4. Källor

4.1 Elektroniska källor

Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S., Huang, J., & Winnett, S. (1992). *Cooling Our Communities: A Guidebook On Tree Planting And Light-Colored Surfacing*. Tillgänglig via: <http://nepis.epa.gov/> [2015-04-24]

Dimoudi, A. & Nikolopoulou, M. (2003). *Vegetation in the Urban Environment: Microclimatic analysis and benefits*. Tillgänglig via: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778802000816#> [2015-05-08]

EPA United States Environmental Protection Agency (2013-08-29). *Trees and Vegetation*. Tillgänglig via: <http://www.epa.gov/heatisland/mitigation/trees.htm> [2015-04-28]

Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007-10-01). *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*. Stockholm (Statens offentliga utredningar 2007:60). Tillgänglig via: <http://www.regeringen.se/sb/d/8704/a/89334> [2015-05-07]

Nationalencyklopedin, antropogen, tillgänglig via: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/antropogen> [2015-05-21]

Santamour, F.S. (1990). *Trees for Urban Planting: Diversity, Uniformity, and Common Sense. I: Metria 7: Proceedings of the Seventh Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance*. Tillgänglig via: <http://www.ces.ncsu.edu/fletcher/programs/nursery/metria/> [2015-05-06]

Wong, E., Hogan, K., Rosenberg, J. & Denny, A. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies: Trees and Vegetation*. EPA United States Environmental Protection Agency, tillgänglig via: <http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/TreesandVegCompendium.pdf> [2015-04-12]

4.2 Tryckta källor

- Sjöman, J.D., & Sjöman, H. (2015). Trädens betydelse: För stadens klimat. *Tidskriften Landskap*. Nr. 1, sid. 23-25
- Sjöman, H., Slagstedt, J., Wiström, B. & Ericsson, T. (2015). Naturen som förebild. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.), *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB, sid. 57-231
- Sjöman, J.D., Sjöman, H. & Johansson, E. (2015). Staden som växtplats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.), *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB, sid. 231-331.
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015). Rätt träd på rätt plats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.), *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB, sid. 331-363.
- Sæbø, A., Borzan, Ž., Ducatillion, C., Hatzistathis, A., Lagerström, T., Supuka, J., García-Valdecantos, J.L., Rego, F. & Van Slycken, J. (2005). The Selection of Plant Materials for Street Trees, Park Trees and Urban Woodland. I: Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. (red.), *Urban Forests and Trees*. Dordrecht: Springer, sid. 257-281
- Trowbridge, P.J. & Bassuk, N.L. (2004). *Trees in the Urban Landscape: Site Assessment, Design, and Installation*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K. & de Vries, S. (2005). Benefits and Uses of Urban Forests and Trees. I: Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. (red.), *Urban Forests and Trees*. Dordrecht: Springer, sid. 81-115
- Östberg, J., Nilsson, L., Slagstedt, J. & Sjöman, H. (2015). Trädplaner, trädvårdsplaner och trädinventering. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.), *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB, sid. 503-541

4.3 Bildkällor

Figur 1. Wikimedia commons [online], sökord: Tilia tomentosa, tillgänglig via:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tilia_tomentosa12.JPEG [2015-05-12]. Foto:
licensierat som fria att dela och bearbeta (CC BY-SA 3.0)

Figur 2. Wikimedia commons [online], sökord: evapotranspiration, tillgänglig via:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Surface_water_cycle.svg [2015-05-12]. Foto:
licensierat som fria att dela och bearbeta (CC BY-SA 3.0)

Figur 3. Flickr [online], sökord: Quercus petraea, tillgänglig via:
<https://www.flickr.com/photos/cjp24/5824883067/> [2015-05-13]. Foto: licensierat som fria att
dela och bearbeta (CC BY-SA 2.0)

Figur 4. Foto: Sanne Christensen Strömgren, 2012-10-23.

Figur 5. Wikimedia commons [online], sökord: Acer pseudoplatanus, tillgänglig via:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acer_pseudoplatanus_005.jpg [2015-05-13]. Foto:
licensierat som fria att dela och bearbeta (CC BY-SA 3.0)

5. Bilagor

Bilaga 1: En uppskattning av olika lövträds bladmassa sommartid.⁵³

Art	Bladmassa sommartid
Acer campestre 'Elsrijk'	Medium
Acer campestre	Medium
Acer negundo	Gles
Acer platanoides 'Columnare'	Tät
Acer platanoides 'Emerald Queen'	Tät
Acer platanoides 'Globosum'	Mycket tät
Acer platanoides	Tät
Acer pseudoplatanus 'Negenia'	Tät
Acer pseudoplatanus 'Rotterdam'	Tät
Acer pseudoplatanus	Tät
Acer rubrum	Medium
Acer saccharinum	Gles
Aesculus carnea 'Briotii'	Tät
Aesculus hippocastanum 'Baumannii'	Tät
Aesculus hippocastanum	Tät
Ailanthus altissima	Gles
Alnus cordata	Medium
Alnus glutinosa	Medium
Carpinus betulus 'Frans Fontaine'	Tät
Carpinus betulus	Tät
Castanea sativa	Tät
Corylus colurna	Tät
Fagus sylvatica	Mycket tät
Farxinus americana 'Zundert'	Tät
Fraxinus angustifolia 'Raywood'	Gles
Fraxinus excelsior 'Nana Kuele'	Medium
Fraxinus excelsior 'Robusta'	Medium
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie'	Medium
Fraxinus excelsior	Medium
Fraxinus ornus	Gles
Ginkgo biloba	Gles
Gleditsia triacanthos	Gles
Liriodendron tulipifera	Medium
Metasequoia glyptostroboides	Medium
Platanus x hispanica	Tät
Populus alba 'Nivea'	Medium

⁵³ Sjöman, Sjöman, & Johansson, 2015. Sid. 254-256

Populus x canescens 'De Moffart'	Medium
Populus trichocarpa 'Poca'	Medium
Populus trichocarpa 'OP42'	Medium
Prunus avium 'Plena'	Medium
Pyrus caucasica	Medium
Pyrus communis 'Beech Hill'	Medium
Quercus cerris	Medium
Quercus frainetto	Medium
Quercus plaustris	Medium
Quercus petraea	Medium
Quercus robus 'Fastigiata'	Tät
Quercus robus	Medium
Quercus rubra	Tät
Robina pseudoacacia 'Bessoniana'	Gles
Robina pseudoacacia 'Nyirsegi'	Gles
Robina pseudoacacia 'Umbraculifera'	Gles
Robina pseudoacacia	Gles
Salix alba 'Chermesina'	Gles
Salix alba 'Liempde'	Gles
Salix alba 'Saba'	Gles
Salix alba 'Sibirica'	Gles
Salix alba	Gles
Styphnolobium japonica 'Regent'	Gles
Styphnolobium japonica	Gles
Tilia cordata 'Böhlje'	Tät
Tilia cordata 'Greenspire'	Tät
Tilia cordata 'Rancho'	Tät
Tilia cordata	Tät
Tilia euchlora 'Frigg'	Tät
Tilia euchlora	Tät
Tilia x europaea 'Pallida'	Tät
Tilia hybrid 'Odin'	Tät
Tilia platyphyllos 'Fenris'	Tät
Tilia platyphyllos 'Rubra'	Tät
Tilia platyphyllos 'Örebro'	Tät
Tilia platyphyllos	Tät